

Методические рекомендации по выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения.

Контрольная работа предусматривает выполнение 2-х практических заданий.

Все материалы предоставляются в установленные сроки преподавателю, ведущему дисциплину «Управление техническими системами», в письменном виде.

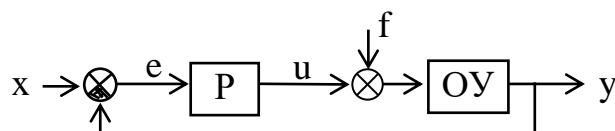
Защита контрольных работ производится после проверки полноты и качества выполнения контрольной работы и в сроки, определяемые учебным планом.

Оценка за контрольную работу выставляется по результатам оценки каждого из заданий.

Вариант заданий выбирается согласно последней цифре зачётной книжки.

1 задание по теме «Передаточные функции АСР»

Общее задание



Дана одноконтурная АСР, для которой определена передаточная функция регулятора (Р) с настройками и дифференциальное уравнение объекта управления (ОУ). Требуется определить:

- передаточную функцию разомкнутой системы $W_{\infty}(s)$;
- характеристическое выражение замкнутой системы (ХВЗС);
- передаточные функции замкнутой системы $\Phi_s(s)$ – по заданию, $\Phi_B(s)$ – по возмущению, $\Phi_E(s)$ – по ошибке;
- коэффициенты усиления АСР;
- устойчивость системы.

Пример решения задания

Дан ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 2 + \frac{1}{s}$ и объект управления, описываемый дифференциальным уравнением

$$2 \frac{d^3 y}{dt^3} + 3 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{d^2 u}{dt^2} + 4 \frac{du}{dt} + u.$$

Определяется передаточная функция объекта:

$$W_{об}(s) = \frac{s^2 + 4s + 1}{2s^3 + 3s^2 + s}.$$

Тогда передаточная функция разомкнутой системы имеет вид

$$W_{\infty}(s) = W_p(s) \cdot W_{об}(s) = \left(2 + \frac{1}{s}\right) \cdot \frac{s^2 + 4s + 1}{2s^3 + 3s^2 + s} = \frac{2s^3 + 9s^2 + 6s + 1}{2s^4 + 3s^3 + s^2} = \frac{B(s)}{A(s)}.$$

ХВЗС:

$$D(s) = A(s) + B(s) = 2s^4 + 3s^3 + s^2 + 2s^3 + 9s^2 + 6s + 1 = 2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1.$$

Передаточные функции замкнутой системы:

$$\Phi_3(s) = \frac{W_\infty(s)}{1 + W_\infty(s)} = \frac{B(s)}{D(s)} = \frac{2s^3 + 9s^2 + 6s + 1}{2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1} \text{ - по заданию,}$$

$$\Phi_E(s) = \frac{1}{1 + W_\infty(s)} = \frac{A(s)}{D(s)} = \frac{2s^4 + 3s^3 + s^2}{2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1} \text{ - по ошибке,}$$

$$\Phi_B(s) = \frac{W_{об}(s)}{1 + W_\infty(s)} = \frac{\frac{s^2 + 4s + 1}{2s^3 + 3s^2 + s}}{1 + \frac{2s^3 + 9s^2 + 6s + 1}{2s^4 + 3s^3 + s^2}} = \frac{s^3 + 4s^2 + s}{2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1} \text{ - по}$$

возмущению.

По передачным функциям определяются коэффициенты усиления путем подстановки в них $s = 0$:

$$K_3 = \Phi_3(0) = 1 \text{ - по заданию;}$$

$$K_E = \Phi_E(0) = 0 \text{ - по ошибке;}$$

$$K_B = \Phi_B(0) = 0 \text{ - по возмущению.}$$

Устойчивость АСР определяется по критерию Гурвица.

Поскольку коэффициенты ХВЗС $a_4 = 2$, $a_3 = 5$, $a_2 = 10$, $a_1 = 6$, $a_0 = 1$ (степень полинома $n = 4$), то матрица Гурвица имеет вид

$$\begin{pmatrix} 5 & 6 & 0 & 0 \\ 2 & 10 & 1 & 0 \\ 0 & 5 & 6 & 0 \\ 0 & 2 & 10 & 1 \end{pmatrix}$$

(обратите внимание на сходство строк матрицы: 1 с 3 и 2 с 4). Определители:

$$\Delta_1 = 5 > 0,$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 5 & 6 \\ 2 & 10 \end{vmatrix} = 5*10 - 2*6 = 38 > 0,$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 5 & 6 & 0 \\ 2 & 10 & 1 \\ 0 & 5 & 6 \end{vmatrix} = (5*10*6 + 6*1*0 + 2*5*0) - (0*10*0 + 5*5*1 + 2*6*6) =$$

$$= 209 > 0$$

$$\Delta_4 = 1 * \Delta_3 = 1 * 209 > 0.$$

Поскольку все определители положительны, то АСР **устойчива**. ♦

Варианты заданий

Вариант	ПФ регулятора	Дифференциальное уравнение ОУ
1	$W_p = 4 + \frac{4}{s}$;	$16 \frac{d^3 y}{dt^3} + 8 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{du}{dt} + u$
2	$W_p = 5 + \frac{1}{s}$;	$4 \frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = u$
3	$W_p = 0,5$	$4 \frac{d^3 y}{dt^3} + 5 \frac{d^2 y}{dt^2} + 6 \frac{dy}{dt} + y = \frac{du}{dt} + u$
4	$W_p = 2 + \frac{1}{s}$;	$27 \frac{d^3 y}{dt^3} + 27 \frac{d^2 y}{dt^2} + 9 \frac{dy}{dt} + y = 5u$
5	$W_p = 1 + \frac{1}{s}$;	$8 \frac{d^3 y}{dt^3} + 6 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 8u$
6	$W_p = 4$	$\frac{d^3 y}{dt^3} + \frac{d^2 y}{dt^2} = 2 \frac{d^2 u}{dt^2} + 3 \frac{du}{dt} + u$
7	$W_p = 5 + \frac{5}{s}$;	$12 \frac{d^3 y}{dt^3} + 10 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{dy}{dt} = u$
8	$W_p = 8$	$7 \frac{d^3 y}{dt^3} + 8 \frac{d^2 y}{dt^2} + 9 \frac{dy}{dt} + y = 5 \frac{du}{dt} + u$
9	$W_p = 4 + \frac{1}{s}$;	$4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 6 \frac{dy}{dt} + 2y = 4u$
10	$W_p = \frac{3}{s}$	$2 \frac{d^3 y}{dt^3} + 3 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{d^2 u}{dt^2} + 4 \frac{du}{dt} + u$

2 задание
по теме «Идентификация объекта управления и
определение настроек регулятора формульным методом»

Общее задание

По табличным данным построить переходную кривую объекта, определить параметры передаточной функции объекта, рассчитать настройки ПИД-регулятора, обеспечивающие 20%-ное перерегулирование.

Обозначены: ΔX – входное воздействие объекта, ΔY – выходное, τ – запаздывание объекта (в таблицу не включено).

Варианты заданий

Задание № 1. $\Delta X = 0,15 \text{ кг/см}^2$; $\Delta Y = 24 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau = 1 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ΔY	0,0	4,4	8,8	12,8	16,0	18,8	21,0	22,2	23,8	24,0

Задание № 2. $\Delta X = 15 \text{ кПа}$; $\Delta Y = 150 \text{ мм}$; $\tau_{\text{зап}} = 0,15 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
ΔY	0	9	20	34	52	79	108	124	136	143	148	149,7	150

Задание № 3. $\Delta X = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\Delta Y = 45 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{зап}} = 0,1 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔY	0,0	5,5	16,0	25,5	31,5	35,0	38,0	40,0	41,7	43,0	43,8	44,5	45,0

Задание № 4. $\Delta X = 0,25 \text{ кг/см}^2$; $\Delta Y = 8 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{зап}} = 1 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ΔY	0,0	0,1	1,3	2,7	3,9	4,9	5,7	6,3	6,7	7,2	7,5	7,7	7,8	7,9	8,0	8,0
	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0

Задание № 5. $\Delta X = 0,5 \text{ кг/см}^2$; $\Delta Y = 36 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{зап}} = 1 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΔY	0	4,0	8,3	12,8	16,5	19,2	21,3	23,3	25,0	27,0	28,5

Задание № 6. $\Delta X = 0,1 \text{ кг/см}^2$; $\Delta Y = 7 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{зап}} = 0,35 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔY	0,3	1,1	2,4	3,6	4,45	5,1	5,7	6,2	6,5	6,75	6,9	7,0

Задание № 7. $\Delta X = 0,25 \text{ кг/см}^2$; $\Delta Y = 7,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{зап}} = 0,5 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	0	0,5	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
ΔY	0	0	0,3	0,9	2,3	4	4,9	5,6	6,1	6,6	6,9	7,2	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5

Задание № 8. $\Delta X = 0,055 \text{ кг/см}^2$; $\Delta Y = 0,149 \text{ \%}$; $\tau_{\text{зап}} = 40 \text{ с}$

$t, \text{ мин}$	0	20	50	80	110	140	170	200	230	260
ΔY	0	0,009	0,032	0,060	0,089	0,116	0,130	0,141	0,149	0,149

Задание № 9. $\Delta X = 0,2 \text{ кг/см}^2$; $\Delta Y = 23 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{зап}} = 0,5 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ΔY	0	0,6	1,8	3,6	5,8	8,2	11,2	14	16,4

Задание № 10. $\Delta X = 0,2 \text{ кг/см}^2$; $\Delta Y = 30 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{зап}} = 1 \text{ мин}$

$t, \text{ мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔY	0	2	5	8	10	12	15	18	25	27	30	30	30

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО КУРСУ «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

Вопросы по первой части курса (Теория Автоматического Управления).

1. Классификация АСР и элементов автоматических систем.
2. Модели элементов и систем. Статические и динамические характеристики.
3. Дифференциальные уравнения и их линеаризация.
4. Преобразования Лапласа. Изображения типовых сигналов.
5. Передаточные функции: определение, передаточные функции АСР.
6. Определение параметров передаточной функции объекта.
7. Типовые звенья. Соединения звеньев.
8. Частотные характеристики.
9. Критерии устойчивости. Корневой критерий и критерий Стодола.
10. Критерии Гурвица, Михайлова и Найквиста.
11. Виды показателей качества. Прямые показатели качества.
12. Корневые и частотные показатели качества.
13. Типы регуляторов. Определение оптимальных настроек регуляторов.

Вопросы по второй части курса (Технологические измерения и современные системы АСУ ТП).

1. Государственная система приборов. Точность преобразования информации.
2. Классификация приборов для измерения температуры. Термометры расширения.
3. Электрические термометры.
4. Пирометры и манометрические термометры.
5. Методы измерения сопротивления.
6. Методы и приборы измерения разности потенциалов.
7. Классификация приборов для измерения давления. Жидкостные и пружинные манометры.
8. Электрические манометры.
9. Методы и приборы для измерения расхода. Классификация. Расходомеры скоростного напора и переменного уровня.
10. Измерение расхода. Методы переменного и постоянного перепада давления.
11. Методы и приборы для измерения уровня.
12. Исполнительные устройства. Классификация.
13. Структура современной АСУ ТП. Устройства связи с объектом.